

553 843

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 11 月 4 日 (04.11.2004)

PCT

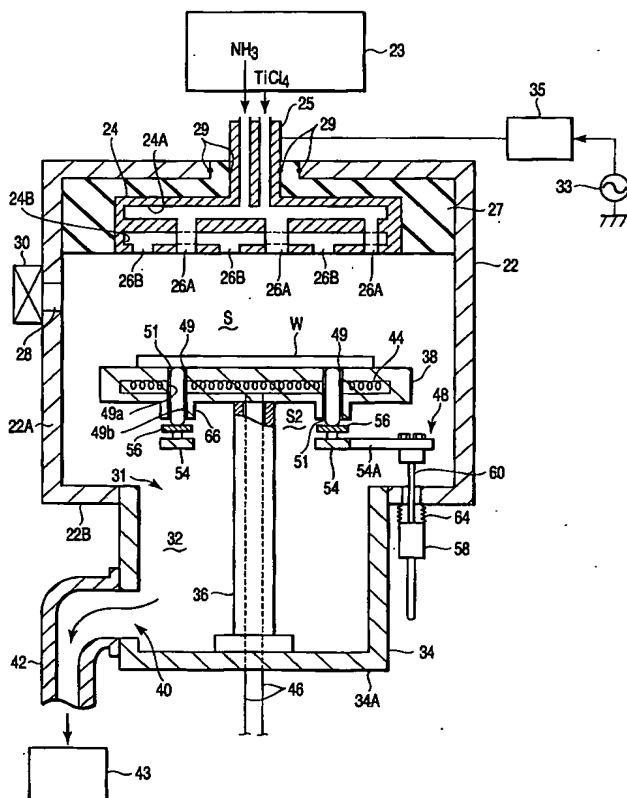
(10) 国際公開番号  
WO 2004/095568 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H01L 21/68 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/005632 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 朝倉 賢太郎 (ASAKURA, Kentaro) [JP/JP].  
(22) 国際出願日: 2004 年 4 月 20 日 (20.04.2004) (74) 代理人: 鈴江 武彦, 外 (SUZUYE, Takehiko et al.); 〒1000013 東京都千代田区霞が関 3 丁目 7 番 2 号 鈴榮特許総合法律事務所内 Tokyo (JP).  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願2003-116390 2003 年 4 月 21 日 (21.04.2003) JP  
特願2003-338585 2003 年 9 月 29 日 (29.09.2003) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1078481 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 Tokyo (JP).  
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: DEVICE FOR APPLYING SEMICONDUCTOR TREATMENT TO TREATMENT SUBJECT SUBSTRATE

(54) 発明の名称: 被処理基板に対して半導体処理を施す装置



(57) Abstract: A device for applying a semiconductor treatment to a treatment subject substrate (W) includes a lifting mechanism (48) disposed on a table (38) for assisting in delivering the treatment subject substrate. The lifting mechanism includes lifter pins (51) for supporting and lifting/lowering the treatment subject substrate, and guide holes (49) for guiding the lifting/lowering movement of the lifter pins. Each guide hole comprises a main hole portion (49a) extending from the upper surface to the lower surface and through the table, and an extension hole portion (49b) extending into an extension sleeve (66) projecting downward from the lower surface of the table correspondingly to the main hole portion.

(57) 要約: 被処理基板 (W) に対して半導体処理を施す装置は、載置台 (38) に配設された、被処理基板の受け渡しを補助するための昇降機構 (48) を含む。昇降機構は、被処理基板を支持して昇降させるリフトピン (51) と、リフトピンの昇降動作を案内するガイド孔 (49) とを含む。ガイド孔は、載置台を貫通して上面から下面に延びる主孔部分 (49a) と、主孔部分に対応して載置台の下面から下方へ突出する延長スリーブ (66) 内に延びる延長孔部分 (49b) とを具備する。

WO 2004/095568 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

被処理基板に対して半導体処理を施す装置

## 技術分野

本発明は、被処理基板に対して半導体処理を施す装置であって、改良された基板昇降機構を有する装置に関する。ここで、半導体処理とは、半導体ウエハやLCD(Liquid crystal display)やFPD(Flat Panel Display)用のガラス基板などの被処理基板上に半導体層、絶縁層、導電層などを所定のパターンで形成することにより、該被処理基板上に半導体デバイスや、半導体デバイスに接続される配線、電極などを含む構造物を製造するために実施される種々の処理を意味する。

## 背景技術

半導体デバイスの製造において、半導体ウエハ等の被処理基板に対して、成膜、エッチング、加熱、改質、結晶化などの各種の半導体処理が繰り返し行われる。このような半導体処理では、処理容器内に配置された載置台(サセプタ)の上に被処理基板が載置され、この状態で被処理基板に対して処理が行われる。載置台に対する被処理基板の受け渡しを行うため、昇降機構が使用される。一般的に、この種の昇降機構は、前記載置台内に形成された貫通孔内に夫々配設されたリフタピンを有する。

図8は、従来の半導体処理装置における基板昇降機構の一部を示す縦断側面図である。図8に示すように、載置台138に上下に貫通した複数の貫通孔(ガイド孔)150が形成される。ガイド孔150に夫々リフタピン152が出没自在

に挿入される。リフタピン 1 5 2 が所定の駆動手段により駆動され、載置台 1 3 8 の載置面に対して出沒動作する（例えば、特開平 6 - 3 1 8 6 3 0 号公報参照）。

この被処理基板の昇降機構においては、駆動手段によりリフタピン 1 5 2 を載置台 1 3 8 の載置面上に突出させることにより被処理基板 W を載置面から持ち上げる。また、リフタピン 1 5 2 を降下させることにより被処理基板 W を載置面上に載置する。図 8 では、リフタピン 1 5 2 の下端は、駆動部材 1 5 4 に取り付けられたピンベース 1 5 6 の表面に単に当接した状態で支持される。駆動部材 1 5 4 を上下に移動させることにより、リフタピン 1 5 2 がガイド孔 1 5 0 の内部を上下に摺動する。

特表 2 0 0 2 - 5 3 0 8 4 7 号公報もまた、基板昇降機構を備えた処理装置を開示する。この文献の装置では、載置台に形成された貫通孔の内部に、リフタピンをガイドするための補助管が配設される。

#### 発明の開示

本発明の目的は、被処理基板に対して半導体処理を施す装置において、リフタピンとガイド孔の間へのガスの回り込みによる堆積物の付着などの不具合を軽減することにある。

本発明の第 1 の視点は、被処理基板に対して半導体処理を施す装置であって、

前記被処理基板を収容する処理容器と、

前記処理容器内に処理ガスを供給するための給気系と、

前記処理容器内に配設された載置台と、前記載置台は、前

記被処理基板を載置する上面と前記処理容器内に露出する下面とを有することと、

前記載置台の前記上面に対する前記被処理基板の受け渡しを補助するための昇降機構と、

を具備し、前記昇降機構は、

前記被処理基板を支持するリフタピンと、

前記リフタピンを昇降させる駆動部と、

前記リフタピンの昇降動作を案内するガイド孔と、前記ガイド孔は、前記載置台を貫通して前記上面から前記下面に延びる主孔部分と、前記主孔部分に対応して前記載置台の前記下面から下方へ突出する延長スリーブ内に延びる延長孔部分とを具備することと、  
を具備する。

前記ガイド孔の前記延長孔部分の長さは、前記ガイド孔の前記主孔部分の長さの半分よりも大きくすることが望ましい。  
1つの態様では、前記延長孔部分が補助管内に形成されるように、前記載置台の前記下面に前記補助管の上端が取り付けられ、前記補助管が全体として前記延長スリーブを形成する。  
別の態様では、前記主孔部分及び前記延長孔部分が1つの補助管内に形成されるように、前記載置台を上下に貫通する貫通孔内に前記補助管が挿入され、前記載置台の前記下面から下方へ突出する前記補助管の部分が前記延長スリーブを形成する。

前記駆動部は前記リフタピンを第1及び第2状態間で昇降し、前記第1状態において、前記リフタピンは、前記被処理

基板の受け渡しを補助するために前記載置台の前記上面上に突出し、前記第 2 状態において、前記リフタピンは、前記半導体処理を行うために前記載置台の前記上面下に退避する構成とすることができる。

前記リフタピンの前記第 2 状態において、前記リフタピンが前記ガイド孔の内面と接触する下側接触点は、前記延長スリーブの下端部よりも上に位置することが望ましい。このため、前記リフタピンは、上軸部と前記上軸部より小径の下軸部とを有し、前記上軸部の下端部が前記下側接触点を形成するような構造とすることができる。

前記リフタピンの外面に環状凹部が形成されることができ。前記リフタピンの前記第 2 状態において、前記環状凹部は、前記延長スリーブの下端部よりも上に位置する。前記リフタピンの外面に長手方向溝部が形成されることができ。前記リフタピンの前記第 2 状態において、前記長手方向溝部は、前記延長スリーブの下端部よりも上に位置する。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る半導体処理装置を示す縦断側面図。

図 2 は、図 1 図示の半導体処理装置に適用可能な第 2 実施形態に係る基板昇降機構の一部を示す縦断側面図。

図 3 は、図 1 図示の半導体処理装置に適用可能な第 3 実施形態に係る基板昇降機構の一部を示す縦断側面図。

図 4 A 及び図 4 B は、基板昇降機構の作用効果を比較するため、従来の機構と第 3 実施形態に係る機構とを夫々示す図。

図 5 A 及び図 5 B は、基板昇降機構の作用効果を比較するため、第 3 実施形態の変更例に係る機構と第 3 実施形態に係る機構とを夫々示す図、図 5 C は、図 5 B の一部 V C を拡大して示す図。

図 6 A は、図 1 図示の半導体処理装置に適用可能な第 4 実施形態に係る基板昇降機構の一部を示す縦断側面図、図 6 B は、図 6 A の一部 V I B を拡大して示す図。

図 7 は、図 1 図示の半導体処理装置に適用可能な第 5 実施形態に係る基板昇降機構の一部を示す縦断側面図。

図 8 は、従来の半導体処理装置における基板昇降機構の一部を示す縦断側面図。

図 9 A は、図 1 図示の半導体処理装置に適用可能な第 6 実施形態に係る基板昇降機構の一部を示す縦断側面図、図 9 B は、第 6 実施形態に係る機構のリフトピンを上昇させた状態を示す縦断側面図、図 9 C は、第 6 実施形態に係る機構のリフトピンの横断平面、図 9 D は、図 9 C の一部 I X D を拡大して示す図。

図 1 0 A は、図 1 図示の半導体処理装置に適用可能な第 7 実施形態に係る基板昇降機構の一部を示す縦断側面図、図 1 0 B は、第 7 実施形態に係る機構のリフトピンを上昇させた状態を示す縦断側面図、図 1 0 C は、図 1 0 A の一部を拡大して示す図。

図 1 1 A は、図 1 図示の半導体処理装置に適用可能な第 8 実施形態に係る基板昇降機構の一部を示す縦断側面図、図 1 1 B は、第 7 実施形態に係る機構を、リフトピンを除いて示

す縦断側面図。

発明を実施するための最良の形態

本発明者等は、本発明の開発の過程において、前述のような従来の基板昇降機構を有する半導体処理装置の問題点について研究を行った。その結果、以下に述べるような知見を得た。

図 8 に示す昇降機構では、リフトピン 152 の外面と貫通孔（ガイド孔）150 の内面との間に或る程度のクリアランスが形成される。クリアランスにより、リフトピン 152 がガイド孔 150 の内部においてスムーズに昇降動作することができるようになる。しかし、被処理基板 W に成膜処理などを施す際、載置台 138 の下方から上記のクリアランス内に処理ガスが回り込み易い。この回り込みガスにより、リフトピン 152 の外面やガイド孔 150 の内面に堆積物が付着する。また、この回り込みガスにより、ガイド孔の上部開口に臨む被処理基板 W の裏面部分に局所的に堆積物が付着する可能性もある。

堆積物がリフトピン 152 の外面やガイド孔 150 の内面に付着すると、リフトピン 152 の昇降動作に伴ってリフトピンの外面がガイド孔の内面に摩擦接触する。その結果、パーティクルが発生し、膜質の低下など、処理性能に悪影響を及ぼす。また、堆積物はリフトピン 152 とガイド孔 150 との間の摺動性を妨げる。このため、リフトピン 152 の動作障害を引き起こし、例えばリフトピンの噛み込みによるリフトピンや載置台の損傷を招く。



一方、被処理基板Wの裏面に堆積物が付着すると、被処理基板の取り出し時やその後の工程においてパーティクルが発生しやすい。また、裏面上に付着した堆積物により被処理基板Wに傾斜や歪等が生じる可能性がある。この場合、例えば、その後に被処理基板Wに対して露光処理を施すときに、露光パターンの焦点ずれを引き起こす。

特に、近年、半導体デバイスの高集積化に伴って、成膜処理のカバレッジ特性も高く（即ち、高アスペクト比、例えばアスペクト比10以上の穴の内面にも成膜できる被覆特性）する必要がある。このため、貫通孔152内への処理ガスの回り込みによる堆積物の付着が更に著しくなることが予想され、これが成膜処理装置における大きな問題点となる。

上記の問題の対策として、リフトピン152の外面とガイド孔150の内面との間のクリアランスを小さくすることが考えられる。この場合、ガスの回り込みが抑制されるため、上述のような堆積物の付着を軽減することができる。ところが、クリアランスを小さくするとリフトピン152の動作障害が発生しやすくなる。特に、リフトピン152の外面やガイド孔150の内面に堆積物が付着すると、リフトピン152の動作障害は更に生じやすくなる。このため、現実の装置において上記クリアランスを更に小さくすることはきわめて難しい。現状では、このことが装置設計そのものをきわめて困難にしている。

以下に、このような知見に基づいて構成された本発明の実施形態について図面を参照して説明する。なお、以下の説明

において、略同一の機能及び構成を有する構成要素については、同一符号を付し、重複説明は必要な場合にのみ行う。

### [第1実施形態]

図1は、本発明の第1実施形態に係る半導体処理装置を示す縦断側面図である。この半導体処理装置20は、半導体ウエハなどの被処理基板上にTiN薄膜を成膜する成膜処理装置として構成される。

処理装置20は、アルミニウムやアルミニウム合金などで構成された処理室22を有する。処理室22の天井部には、必要な処理ガスを導入するためのシャワーヘッド24が配設される。シャワーヘッド24は、頂部に接続された供給管25を介して、処理ガス、例えばTiCl<sub>4</sub>やNH<sub>3</sub>などのガス源を含むガス供給部23に接続される。シャワーヘッド24の下面には、多数のガス噴射口26A、26Bが形成される。ガス噴射口から上記処理ガスが処理空間Sに噴射される。

シャワーヘッド24の内部には、分割区画された、例えば2つのガス通路24A、24Bが形成される。ガス通路24A、24Bはガス噴射孔26A、26Bに夫々連通し、シャワーヘッド24の内部では2つのガスが混合されない。即ち、2つのガスはシャワーヘッド24の内部では別々の通路を経て処理空間Sに噴射され、処理空間Sにおいて初めて混合される。

シャワーヘッド24は、例えばニッケルやハステロイなどのニッケル合金等の導電体により構成され、上部電極を兼ねる。シャワーヘッド24の外周側や上方側は、処理室22に

対する絶縁性を確保するため、例えば石英やアルミナ等よりなる絶縁体 27 により全体が覆われる。即ち、シャワーヘッド 24 は絶縁体 27 を介して処理室 22 に取り付け固定される。シャワーヘッド 24 と絶縁体 27 と処理室 22 の各接合部間には、例えばリング等よりなるシール部材 29 が夫々介在し、処理室 22 の機密性を確保する。

シャワーヘッド 24 には、例えば 450 kHz の高周波電圧を発生する高周波電源 33 がマッチング回路 35 を介して接続される。高周波電源 33 及びマッチング回路 35 は、処理の必要に応じて高周波電力をシャワーヘッド 24 に供給する。なお、高周波電源の供給する高周波電力の周波数は上記値に限定されず、例えば、13.56 MHz など、任意の周波数を使用することができる。また、TiN を形成する場合には、高周波電力を用いずに、熱反応のみで成膜することができる。

処理室 22 内には、支柱 36 により支持された載置台 38 が、シャワーヘッド 24 と対向するように配設される。載置台 38 は、ウェハ W を載置する上面（載置面）と処理室 22 内に露出する下面とを有する。載置台 38 は、例えば、AlN などのセラミックスにより構成され、抵抗加熱式ヒータなどの加熱手段 44 を内蔵する。加熱手段 44 は、支柱 36 内に配設された給電線 46 に接続され、給電線 46 を介して供給される電力により発熱する。

処理室 22 の側壁 22A には、搬入搬出口 28 が形成される。搬入搬出口 28 には開閉可能に構成されたゲートバルブ

30が配設される。載置台38の下方で、処理室22の底部22Bには開口部31が形成される。開口31は載置台38の横断面（平面輪郭）より小さな開口断面を有し、この開口断面が平面的に見て載置台38の横断面内に完全に包含される。これにより、処理ガスは載置台38の外周側から底部側に回り込んで開口部31に均一に流入する。

開口31の下流側に排気側空間32が構成される。排気側空間32は底部22Bに接続された隔壁34により形成される。隔壁34の底部34Aに支柱36が取り付けられる。支柱36は処理空間S内に伸び、載置台38を支持する。

排気側空間32には、隔壁34の下部側壁に配設された排気口40が開口する。排気口40には真空ポンプなどの排気装置43に接続された排気管42が接続される。排気管42の途中には、開度コントロールが可能に構成された圧力調整弁（図示せず）が介挿される。圧力調整弁は処理室22の内圧に応じて適宜に制御される。これにより、処理室22の内圧を一定値に維持したり、或いは、目標圧に向けて変化させたりすることができる。

載置台38には、被処理基板であるウエハWの受け渡しを補助するための昇降機構48が組み込まれる。昇降機構48は、ウエハWを支持して昇降させるリフトピン51（図示例では3つ；図1にはそのうちの2つを示す）を含む。リフトピン51は、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 、 $AlN$ などのセラミックスや石英で構成される。昇降機構48はまた、リフトピン51の昇降動作を案内するためのガイド孔49を含む。リフ

タピン 5 1 はガイド孔 4 9 内に夫々昇降可能に挿入される。

ガイド孔 4 9 は、載置台 3 8 を上面から下面に貫通して延びる主孔部分 4 9 a と、載置台 3 8 の下面から下方へ突出する延長スリーブ 6 6 内に延びる延長孔部分 4 9 b とを含む。延長孔部分 4 9 b の長さは、主孔部分 4 9 a の長さの半分よりも大きくなるように設定される。後述するように、主孔部分 4 9 a は、載置台 3 8 に形成した貫通孔自体とすることもできるし、載置台 3 8 に挿入した補助管の一部とすることもできる。

リフタピン 5 1 は、その上部がガイド孔 4 9 の内部に挿入され、その下部は延長スリーブ 6 6 から下方に突出する。各リフタピン 5 1 の下端部は、フレーム 5 4 に取り付けられた支持板 5 6 に夫々常時当接する。フレーム 5 4 のアーム部 5 4 A は、処理室底部 2 2 B の下側に配置されたアクチュエータ 5 8 の駆動ロッド 6 0 に接続固定される。

即ち、フレーム 5 4 、支持板 5 6 、アクチュエータ 5 8 、及び駆動ロッド 6 0 が、リフタピン 5 1 のための駆動部を構成する。駆動ロッド 6 0 が処理室底部 2 2 B を貫通する部分の外側には、伸縮可能なベローズ 6 4 が配設される。ベローズ 6 4 により駆動ロッド 6 0 の貫通部における処理室 2 2 の機密性が確保される。

リフタピン 5 1 の下端部は、支持板 5 6 の駆動面に対して離間可能な状態で常時当接支持されることが好ましい。リフタピン 5 1 の下端部が拘束されていないことから、熱膨張などに起因して発生する応力をリフタピン 5 1 の下端部の移動

により逃がすことができる。また、リフトピン 5 1 やガイド孔 4 9 が受ける損傷をより低減できる。

次に、上記のように構成された処理装置 2 0 における作用について説明する。まず、ウエハ W が搬送アーム（図示せず）に保持されて開状態となったゲートバルブ 3 0 及び搬出搬入口 2 8 を通って処理室 2 2 内に搬入される。このとき、リフトピン 5 1 は載置台 3 8 の載置面上から突出した状態にある。この状態は、アクチュエータ 5 8 の駆動によりフレーム 5 4 及び支持板 5 6 が上昇し、リフトピン 5 1 が押し上げられることにより形成される。次に、搬送アームはウエハ W を複数のリフトピン 5 1 の上端に受け渡す。

次に、アクチュエータ 5 8 の駆動によりフレーム 5 4 及び支持板 5 6 が降下される。これにより、リフトピン 5 1 も、ウエハ W の荷重及びピンの自重により降下する。リフトピン 5 1 が降下して載置面よりも下に退避すると、リフトピン 5 1 上のウエハ W が載置台 3 8 の載置面上に載置される。リフトピン 5 1 が載置面よりも下に退避した状態において、次の半導体処理（成膜処理）が行われる。

成膜処理では、シャワーヘッド 2 4 の噴射孔 2 6 A、2 6 B から処理ガスとして例えば  $TiCl_4$  及び  $NH_3$  が噴出される。処理ガスは処理空間 S 内で混合され、熱反応することにより、ウエハ W の表面上に  $TiN$  の薄膜が成膜される。ここで、載置台 3 8 は上記熱反応を生起させるに足る温度、例えば  $400 \sim 700^\circ C$  に設定される。処理空間 S の圧力（処理容器の内圧）は例えば  $40 \sim 1333 Pa$ （ $300 mmHg$ ）

o r r ~ 1 0 T o r r ) に設定される。また、上部電極であるシャワーヘッド 2 4 と下部電極である載置台 3 8 との間に高周波電力を印加して処理空間 S にプラズマを発生させた状態で成膜を行ってもよい。

上記の成膜中において、処理ガスはそのまま載置台 3 8 の周囲を通過して載置台 3 8 の下面 3 8 b の下にある下方空間 S 2 に回り込み、最終的に排気口 4 0 から排出される。このとき、下方空間 S 2 中の処理ガスの一部が、リフトピン 5 1 の外面とガイド孔 4 9 の下端との間の隙間（下端導入位置）から内部に侵入する。このため、ガイド孔 4 9 内でリフトピン 5 1 の周囲に形成されるクリアランス内には、僅かではあるが堆積物が付着する。

ガイド孔 4 9 内のリフトピン 5 1 周囲のガス分圧は、下端導入位置からの距離に応じて低下し、またこの距離に応じて堆積物の付着量も低下する。従って、本発明では、延長スリーブ 6 6 を追加することにより、ガイド孔 4 9 の長さ（主孔部分 4 9 a と延長孔部分 4 9 b との和）を増加させる。これにより、ガイド孔 4 9 の上部におけるガス分圧及び堆積物の付着量が、延長スリーブ 6 6 がない場合よりも低下する。

例えば、成膜処理の圧力が 6 6 6 . 5 P a ( 5 T o r r ) 以上で行われる場合（高カバレッジ成膜条件）では、ガイド孔 4 9 内のガス分圧も高くなる。この場合、ガイド孔 4 9 内の堆積物の付着量は全体に増大する可能性がある。しかし、このような場合であっても、延長スリーブ 6 6 によりガイド孔 4 9 の長さを増加させているため、ガイド孔 4 9 の上部内

におけるガス分圧が十分に低下する。その結果、ガイド孔 49 内の上部及びリフタピン 51 の上部側には堆積物が付着されなくなる。

### 〔第 2 実施形態〕

図 2 は、図 1 図示の半導体処理装置に適用可能な第 2 実施形態に係る基板昇降機構の一部を示す縦断側面図である。第 2 実施形態において、載置台 38 に、その上面から下面まで貫通する貫通孔 50 が形成され、貫通孔 50 自体によりガイド孔 49 の主孔部分 49 a が形成される。また、各貫通孔 50 に対応して、載置台 38 の下面に補助管 67 の上端が取り付けられ、補助管 67 が全体として延長スリーブ 66 (図 1 参照) として機能する。即ち、補助管 67 の軸孔 67 a によりガイド孔 49 の延長孔部分 49 b (図 1 参照) が形成される。

補助管 67 は、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 、 $AlN$ などのセラミックスで構成される。補助管 67 は、載置台 38 とは別途形成され、貫通孔 50 に対応して載置台 38 の下面に、ダイレクトボンディングにより一体的に接合される。ダイレクトボンディングによる接合方法を用いる場合には、補助管 67 は載置台 38 の下面の素材と同一素材 (例えば  $AlN$ ) で構成されることが好ましい。上記の直接接合は、清浄化された表面同士を圧接させた状態で高温に加熱することにより行うことができる。

補助管 67 は貫通孔 50 と同軸に配置され、載置台 38 の下面 38 b から下方に突出する。補助管 67 の軸孔 67 a



(即ち、延長孔部分 4 9 b (図 1 参照)) の開口断面の形状及び面積は貫通孔 5 0 の開口断面の形状及び面積とほぼ等しい。これにより、リフトピン 5 2 と軸孔 6 7 a との間のクリアランスがリフトピン 5 2 と貫通孔 5 0 との間のクリアランスとほぼ同一になるように設定される。従って、リフトピン 5 2 は貫通孔 5 0 と補助管 6 7 との双方により上下方向にガイドされることになる。

リフトピン 5 2 は、リフトピン 5 1 とは幾分異なり、ほぼ円柱状の上軸部 5 2 A と、上軸部 5 2 A の下部に接続された下軸部 5 2 B と、下軸部 5 2 B の下に配設された下端部 5 2 C とを有する。下軸部 5 2 B は上軸部 5 2 A よりもやや小径に構成されると共に下方に向かうに従って徐々に縮径する(即ち横断面積が減少する)テーパ状に構成される。リフトピン 5 2 の下端部 5 2 C は球面などの少なくとも凸状に構成され、支持板 5 6 の表面に離間可能な状態で当接支持される。

下軸部のテーパ角は、リフトピン 5 2 の動作範囲において下軸部 5 2 B の外面が補助管 6 7 の下端内縁に抵触しないように設定される。また、下軸部 5 2 B の外径は、リフトピン 5 2 の動作範囲において下軸部 5 2 B の外面が補助管 6 7 の下端内縁に抵触しないように設定される。一方、上軸部 5 2 A は、ガイド孔 4 9 に対する良好な摺動性を確保する。このため、上軸部 5 2 A 及び下軸部 5 2 B は、軸線方向に同一の断面形状を有する(即ち、円柱形状や角柱形状などである)ことが望ましい。

なお、リフトピン 5 2 と支持板 5 6 とは同じ素材で構成さ

れることが好ましい。本実施形態では、リフタピン 5 2、支持板 5 6、フレーム 5 4 は全て  $Al_2O_3$  などのセラミック素材により構成される。

### [第 3 実施形態]

図 3 は、図 1 図示の半導体処理装置に適用可能な第 3 実施形態に係る基板昇降機構の一部を示す縦断側面図である。第 3 実施形態において、載置台 3 8 に上面から下面に貫通する貫通孔 5 0 X が形成され、その内部に補助管 6 8 が挿入される。載置台 3 8 内に位置する補助管 6 8 の軸孔 6 8 a の部分によりガイド孔 4 9 の主孔部分 4 9 a が形成される。また、載置台 3 8 の下面から下方へ突出する補助管 6 8 の軸孔 6 8 a の部分によりガイド孔 4 9 の延長孔部分 4 9 b が形成される。

図 3 に示すように、貫通孔 5 0 X には、その内部に段部 5 0 X a が形成される。段部 5 0 X a は、貫通孔 5 0 X の上部開口の近傍（直下）に配設される。段部 5 0 X a は上方に向けた段差面を有する。一方、補助管 6 8 は、上端部に軸孔 6 8 a を有すると共に、段部 5 0 X a に係合可能なフランジ 6 8 u を有する。補助管 6 8 は、フランジ 6 8 u が段部 5 0 X a に係合した状態で貫通孔 5 0 X に挿入される。補助管 6 8 は、貫通孔 5 0 X の下端から下方へと突出する。

補助管 6 8 のうち、載置台 3 8 の下面から下方に突出した部分の外面には固定部材（螺合部材即ちナット）6 9 A、6 9 B が取り付けられる。より具体的には、補助管の下部にはネジ構造 6 8 b が形成され、ネジ構造 6 8 b に固定部材が螺

合する。固定部材 6 9 A は載置台 3 8 の下面に当接し、補助管 6 8 のフランジ 6 8 u と固定部材 6 9 A とにより載置台 3 8 が挟持される。これにより、補助管 6 8 が載置台 3 8 に対して締め付け固定される。固定部材（ロックナット） 6 9 B は、固定部材 6 9 A のゆるみ止めのために装着される。なお、固定部材は補助管 6 8 を固定可能なものであれば何でもよい。

補助管 6 8 は、貫通孔 5 0 X の内部に挿入され、貫通孔 5 0 X の内部から下方へ突出する。このため、補助管 6 8 の載置台 3 8 への取り付け及び位置決め作業が容易になる。更に、補助管 6 8 の取り付け強度も大きくすることができる。

また、段部 5 0 X a とフランジ 6 8 u との係合、及び載置台 3 8 と固定部材 6 9 A との係合により、載置台 3 8 に対して補助管 6 8 が着脱可能な状態で固定される。従って、補助管 6 8 の交換や清掃が可能になり、メンテナンス性が向上する。

更に、リフトピン 5 2 は補助管 6 8 のみにより案内され、補助管 6 8 の内面に対してのみ摺接する。このため、リフトピン 5 2 に起因する損傷は補助管 6 8 のみが受ける。即ち、高価な載置台 3 8 に損傷を与えずに済む。

#### [第 1 乃至第 3 実施形態の作用]

次に、第 1 乃至第 3 実施形態に共通する作用効果について詳細に説明する。図 4 A 及び図 4 B は、基板昇降機構の作用効果を比較するため、従来の機構と第 3 実施形態に係る機構とを夫々示す図である。なお、図 4 B には第 3 実施形態のみを示すが、第 1 及び第 2 実施形態にも同様な効果が得られる。

上記各実施形態では、ガイド孔 49 は、載置台 38 内に位置する主孔部分 49 a と、主孔部分 49 a から下方へ延びる延長孔部分 49 b とからなる。従って、ガイド孔 49 の長さ  $LP_1$  は、主孔部分 49 a の長さ  $LP$ （従来のガイド孔 150 の長さ  $LP$  と同じ）と、延長孔部分 49 b の長さ  $LP_2$  との和となる。ここで、長さ  $LP_2$  は、 $LP/2$  以上であることが好ましい。このような構成により、ガイド孔 49 では、ガスが下端導入位置 G から侵入してもそのガス分圧はクリアランス上部において従来よりも低くなる。その結果、リフトピン 52 の上部外面とガイド孔 49 の上部内面には堆積物が付着しにくい。また、ウエハ W の裏面部分（ガイド孔 49 の上部開口に臨む部分）への堆積物の付着も低減され若しくは解消される。

特にリフトピン上部の堆積物の付着量が低減されることにより、リフトピンの突出動作時において生じる、処理に有害なパーティクルを大幅に低減できる。即ち、リフトピン 52 の上部やガイド孔 49 の上部内面に付着している堆積物が、載置台 38 の載置面上方へ舞い上がるといった事態を抑制することができる。また、ウエハ W の裏面に堆積物が付着することも防止できる。このため、更にパーティクルを低減できると共に、当該ウエハ W の後工程における不具合を解消できる。例えば、フォトリソグラフィ工程においては、裏面の一部に付着する堆積物によりウエハ W が歪むと、これにより露光パターンの焦点ずれが局部的に発生する可能性がある。

また、リフトピン 52 は、従来構造よりも実質  $LP_2$  分だ

け大きい長さ  $LP_1$  のガイド孔 49 により上下方向に案内される。このため、リフタピン 52 の上下動作時の摺動性が向上する。例えば、従来構造のリフタピン 152 とガイド孔 150 との間のクリアランスと、リフタピン 52 とガイド孔 49 との間のクリアランス  $CR$  が同じであっても、リフタピン 52 のガイド長が  $LP_2$  分長くなることにより、リフタピン 52 の傾斜角は低減される。このため、リフタピン 52 は従来構造のリフタピン 152 よりもスムーズに上下方向に摺動することが可能になる。

ガイド孔 49 の延長孔部分 49b の長さ  $LP_2$  を長くするほど上記効果は顕著になる。しかし、その分、リフタピンの長さも長くする必要があり、処理室 22 の上下寸法も増大させる必要がある。このため、延長孔部分 49b の長さ  $LP_2$  は処理内容に応じて設定することが望ましい。

例えば、成膜処理のカバレッジ特性がアスペクト比  $AP$  に対応する場合、リフタピン 52 とガイド孔 49 との間のクリアランス  $CR$ 、距離  $LP$  に関して、 $LP / CR > AP$  が成立するように構成する。これにより、ガイド孔 49 の上部開口に臨むウエハ  $W$  の裏面部分に付着する堆積物を減らすことができる。例えば、ガイド孔 49 の主孔部分  $LP$  の長さが 18 mm、クリアランス  $CR$  が全周に亘って 0.2 mm、ガイド孔 49 の延長孔部分 49b の長さ  $LP_2$  の長さが 15 mm の場合を想定する。この場合、延長孔部分 49b がないと、 $LP / CR = 90$  であり、アスペクト比  $AP = 100$  より小さくなる。延長孔部分 49b があると、 $LP_1 / CR = 165$

となってアスペクト比  $AP = 100$  よりも大幅に大きくすることができる。

なお、上記と同様の効果を得るため、載置台 38 を厚く形成し、貫通孔 50 自体の長さを大きくすることが考えられる。しかし、載置台 38 を厚くすると高価なセラミックス原料を大量に用いる必要があると共に長い貫通孔 50 を加工する必要もある。このため、製造コストが大幅に増大する。また、載置台 38 を厚く形成すると、加熱手段 44（或いは、逆に冷却手段）による載置面の温度制御が困難になり、温度均一性が低下して成膜処理の均一性にも影響を与える。また、載置台の熱容量が増大するため、加熱・冷却のサイクルタイムが増大して処理効率が低下する。

図 5 A 及び図 5 B は、基板昇降機構の作用効果を比較するため、第 3 実施形態の変更例に係る機構と第 3 実施形態に係る機構とを夫々示す図である。図 5 C は、図 5 B の一部 V C を拡大して示す図である。

図 5 B に示す第 3 実施形態において、リフトピン 52 は、円柱状の上軸部 52 A とテーパ状の下軸部 52 B とからなる形状を有する。一方、図 5 A に示す変更例において、リフトピン 51 は、ほぼストレート形状（即ち、軸線方向に見て横断面の形状及び面積が変化しない形状）を有する。リフトピン 51、52 と、ガイド孔 49 との間には、リフトピン 51、52 を昇降可能に構成するため、必ずクリアランス CR が存在する。従って、リフトピン 51、52 が駆動手段に対してフリーになっている場合には、リフトピン 51、52 の軸線

は、ガイド孔 4 9 の軸線 C X に対して僅かではあるが傾斜した状態になる。

図 5 A は、ストレート形状のリフトピン 5 1 が上述のように上下に摺動して傾斜姿勢となった状態を示す。この状態において、リフトピン 5 1 の下端部と支持板 5 6 との接触支持点 A は、ガイド孔 4 9 の軸線 C X より僅かにずれた位置にある。また、リフトピン 5 1 は、ガイド孔 4 9 に対して上部接触点 B 及び下部接触点 C で接触する。この状態でフレーム 5 4 を上昇させようとする、支持板 5 6 がリフトピン 5 1 に上方へ向かう押し上げ力を加える。しかし、接触点 A、B、C が固定された状態ではリフトピン 5 1 は上昇せず、噛み込みが生じる。場合によっては、リフトピン 5 1 や補助管 6 8 が下部接触点 B において損傷を受ける。

この場合にリフトピン 5 1 が上昇するためには、接触支持点 A が図示矢印で示す方向（即ち、軸線 C X に近づく方向）に支持板 5 6 上で移動し、リフトピン 5 1 の傾斜角が変化しなければならない。この場合、支持板 5 6 による押し上げ力により接触支持点 A が矢印方向に容易に移動する状況下ではリフトピン 5 1 は上昇可能である。しかし、接触支持点 A の接触面の面粗度などに依存するが、支持板 5 6 上の接触支持点 A におけるリフトピン 5 1 の摺動抵抗は大きい。接触支持点 A が移動しなければ、リフトピン 5 1 は上述のように動作障害を生ずることになる。

一方、図 5 C に示すように、リフトピン 5 2 では、上軸部 5 2 A と下軸部 5 2 B との間に段差部 5 2 f が形成される。

段差部 5 2 f より下側の下軸部 5 2 B は上軸部 5 2 A より小径で、下方に向かうほどに縮径したテーパ形状を有する。上軸部 5 2 A と下軸部 5 2 B との間の境界部 5 2 e は、リフトピン 5 2 がその動作範囲の下限位置（図示の位置）にあるときでも、ガイド孔 4 9 内に配置される（即ち、補助管 6 8 の下端内縁 6 8 e よりも上方）。なお、下軸部 5 2 B は、段差部 5 2 f の下側で、そのまま下方へストレートに構成されていてもよい。

図 5 B は、リフトピン 5 2 が、支持板 5 6 に対する接触支時点 A 1 と、上部接触点 B 1 と、下部接触点 C 1 の 3 点で接触する状態を示す。接触支時点 A 1 は上記と同様に軸線 C X からずれる。リフトピン 5 2 では、フレーム 5 4 の上昇と共に下部接触点 C 1 は同期して上方へ移動する。この際、接触支時点 A 1 が何ら支持板 5 6 上において移動しなくても、リフトピン 5 2 はそのまま上昇可能である。これは、リフトピン 5 2 が上昇していく途中でその外面が補助管 6 8 の下端内縁 6 8 e に当接しないことによる。

即ち、リフトピン 5 2 は、上軸部 5 2 A よりも下軸部 5 2 B が小径に構成され、しかも、下軸部 5 2 B が下方に向かうほどに縮径したテーパ形状に構成される。このため、その動作範囲の上限位置まで下端内縁 6 8 e に接触することがない。これにより、リフトピン 5 2 は、その傾斜姿勢を維持したまま、その動作範囲の上限位置まで上昇し続けることができる。

上記のように、第 3 実施形態においては、リフトピン 5 2 の下軸部 5 2 B は、ガイド孔 4 9 の下端部に接触しないよう



に構成する。このためには、段差部 5 2 f の段差量や下軸部 5 2 B のテーパ角度を、リフトピン 5 2 の動作範囲、クリアランス C R、距離 L P などの状況に応じて設定する必要がある。

クリアランス C R は上記のようにきわめて小さく（例えば全周に亘って 0. 2 m m 程度）、リフトピンの傾斜角も小さい。このため、リフトピンの動作範囲にも依存するが、通常、段差部 5 2 f の段差量や下軸部 5 2 B のテーパ角度も僅かなもので足りる。例えば、上記段差量としては 0. 1 ~ 1. 0 m m 程度、上記テーパ角としては、0. 5 ~ 3. 0 度程度である。

第 1 乃至第 3 実施形態においては、ガイド孔 4 9 は、延長スリーブ 6 6（第 2 及び第 3 実施形態においては補助管 6 7、6 8 からなる）により形成された延長孔部分 4 9 b を含むことにより、リフトピンのガイド長が長く構成される。このため、従来構造に較べると同じクリアランス C R でもリフトピンの傾斜角度が小さくなる。その結果、仮に図 5 A に示すような変更例（例えばストレート形状のリフトピン 5 1 を用いる場合）においてもリフトピンの動作障害が発生しにくい。但し、この場合は、動作障害が発生しやすい図 5 A 図示の状況では補助管 6 8 にも負担がかかる。このため、第 3 実施形態のような構成（即ちリフトピン 5 2 を用いる構成）が望ましい。

なお、上記状況や段差部 5 2 f の段差量によっては、段差部 5 2 f のみが形成され、下軸部 5 2 B がテーパ形状でなく

ストレート形状であっても、上記のように動作可能である。また、上記状況やテーパ角度によっては、段差部 5 2 f を設けずに、下軸部 5 2 B をテーパ形状にするだけで、上記のように動作可能である。この後者の場合、上軸部 5 2 A と下軸部 5 2 B との間の境界部（テーパ形状の始点）に適当な曲率を持たせることが望ましい。

リフトピン 5 2 の上軸部 5 2 A の長さは、ガイド孔 4 9 の長さとはほぼ同等か或いはそれよりやや短い長さに設定される。下軸部 5 2 B の長さは、リフトピン 5 2 が上限位置にあるとき、上軸部 5 2 A と下軸部 5 2 B との間の段差部 5 2 f が、載置台 3 8 の載置面の上に出ないように設定される。

#### 〔第 4 実施形態〕

図 6 A は、図 1 図示の半導体処理装置に適用可能な第 4 実施形態に係る基板昇降機構の一部を示す縦断側面図である。図 6 B は、図 6 A の一部 VIB を拡大して示す図である。第 4 実施形態において、リフトピン 5 1 はほぼストレート形状を有する一方、補助管 7 0 の下端部近傍の内面が下方に向けて開くように形成される。この構造においても、リフトピン 5 1 が補助管 7 0 内をスムーズに上下動することができる。

即ち、補助管 7 0 は、下部内面 7 0 c が下方に向けてテーパ状或いはラッパ状に開いた形状を有する。この場合、リフトピン 5 1 の外面の下部接触点 C 2 は、補助管 7 0 の下端内縁 7 0 e よりも上方内面上に位置することとなる。このため、リフトピン 5 1 が上昇する際に下部接触点 C 2 において大きな反力を受けることがなくなる。その結果、リフトピン 5 1

の噛み込みやリフトピン 51 及び補助管 70 の損傷を防止することができる。

#### [第 5 実施形態]

図 7 は、図 1 図示の半導体処理装置に適用可能な第 5 実施形態に係る基板昇降機構の一部を示す縦断側面図である。第 5 実施形態において、リフトピン 62 は、第 3 実施形態のリフトピン 52 と類似するが、その外面の中間部分で周方向に形成された環状凹部 62d を有する。第 5 実施形態の機構は、リフトピン 62 以外の構成については第 3 実施形態と同様である。

成膜処理を行う処理室 22 中においては、処理ガスの分圧がある程度低下した場合に集中的に反応が進み、堆積物が発生する場合がある。このような状況は、例えば、第 2 及び第 3 実施形態を適用することが有利な高カバレッジ特性を有する成膜処理（この場合には、処理室 22 の内圧は  $9.3 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ （約  $0.7 \sim 10 \text{ Torr}$ ）と比較的高い）よりも、むしろ、低カバレッジ特性を有する成膜処理（この場合には、処理室 22 の内圧が  $20 \sim 80 \text{ Pa}$  と比較的低い低圧プロセスとなる。）において生じやすい。

このような状況が発生する環境では、図 4B に示す下端導入位置 G から進入したガスの分圧は、クリアランス上部に進むに従って低下する。このため、下端導入位置 G から所定距離において、リフトピン 52 の外面やガイド孔 49 の内面に集中的に堆積物が付着する。この場合、局所的に大量に付着した堆積物によりリフトピン 52 に動作障害が発生する。

第5実施形態では、成膜条件や載置台及びその近傍の構造などの環境に応じて、リフタピン62の外面の軸線方向所定位置に環状凹部62dが形成される。この場合、環状凹部62dの内部に集中的に堆積物が付着するため、付着した堆積物によるリフタピン62の動作障害の発生を防止することができる。

環状凹部62dは、処理時においてガイド孔49の内部に配置されるリフタピン62の部分に配設される。当該部分は、下端導入位置Gから所定距離上方へ離間した部分であるが、この所定距離は上述のように処理環境により異なる。このため、処理環境毎に適宜に設定される。

ところで、第1乃至第5実施形態においては、いずれのリフタピン51、52、62においても、その外面のうち、ガイド孔49の内面に摺接する外面部分が従来のリフタピンに較べて平滑に構成される。

従来は、リフタピンの外面に付着する堆積物を剥離しにくくするために、リフタピンの外面を粗面状にするか、或いは、特に研磨処理などを敢えて行わないようにしている。従来のリフタピンの外面の表面粗さRaは概ね $1.5\mu\text{m}$ 以上である。これは、リフタピンが上昇して載置台の載置面の上方に突出したときに、リフタピンの上部に付着した堆積物が剥離しないようにするためである。もし、堆積物が剥離すると、載置台の載置面上方にパーティクルが放出され、処理環境を悪化させる。

一方、第1乃至第5実施形態においては、リフタピンの上

部にはほとんど堆積物が付着しないので、載置台の上方にパーティクルが放出される可能性も大幅に低減される。従って、リフタピン51、52、62の外面部分を平滑にしてもリフタピンの上部から堆積物が剥離することがない。このように表面を平滑化することによりリフタピンの摺動抵抗を低減すると共にリフタピンの動作障害の発生確率をより低減することが可能になる。

上記実施形態の実施例として、リフタピンの下端部（ピンベースに当接する部分）以外を全てラッピング加工により平滑化し、その表面粗さ $R_a$ を $0.2 \sim 0.3 \mu m$ 程度としたものを作成した。リフタピンの表面粗さ $R_a$ が $1.0 \mu m$ 以下になると表面平滑化の効果が現れ、更に、表面粗さ $R_a$ が $0.5 \mu m$ 以下になるとより顕著な効果が得られる。なお、セラミックス製品の場合には表面粗さ $R_a$ の低減は困難である。これらのことから、リフタピンの表面粗さ $R_a$ を $0.1 \sim 0.5 \mu m$ の範囲内に設定することが最も望ましい。

また、ガイド孔の内面もまた表面粗さ $R_a$ が $1 \mu m$ 以下になるように平滑化することができる。これにより、更にリフタピンの上下動を円滑に案内することが可能になる。ガイド孔の内面についても、上記と同様に表面粗さ $R_a$ が $0.5 \mu m$ 以下であることが更に好ましい。これらのことから、ガイド孔の表面粗さを $0.1 \sim 0.5 \mu m$ の範囲内に設定することが望ましい。

#### 〔第6実施形態〕

図9Aは、図1図示の半導体処理装置に適用可能な第6実

施形態に係る基板昇降機構の一部を示す縦断側面図である。図 9 B は、第 6 実施形態に係る機構のリフトピンを上昇させた状態を示す縦断側面図である。図 9 C は、第 6 実施形態に係る機構のリフトピンの横断平面である。図 9 D は、図 9 C の一部 IXD を拡大して示す図である。第 6 実施形態において、リフトピン 7 2 は、第 3 実施形態のリフトピン 5 2 と類似するが、その外面で長手方向に沿って形成された表面溝 7 2 x を有する。第 6 実施形態の機構は、リフトピン 7 2 以外の構成については第 3 実施形態と同様である。

なお、第 6 実施形態並びに後述する第 7 及び第 8 実施形態の後述する表面溝及びその特徴点に係る構成は、第 1 及び第 2 実施形態やその他の態様にも同様に適用可能である。また、リフトピンが挿入されるガイド孔は、その全体が載置台 3 8 に挿入した補助管からなる場合でも、載置台 3 8 に形成した貫通孔と補助管との組み合わせからなる場合でも、以下の特徴を組み込むことができる。

図 9 A に示すように、リフトピン 7 2 の外周面には長手方向に沿って表面溝 7 2 x が形成される。表面溝 7 2 x は、リフトピン 7 2 の周回方向に間隔をおいて複数形成される。より具体的には、リフトピン 7 2 の軸線周りに等角度間隔で複数の表面溝 7 2 x が形成される。表面溝 7 2 x は、リフトピン 7 2 の外周面のうち最も堆積物が多く付着すると考えられる領域 X a に向けて上方から伸びるように形成されることが好ましい。図 9 A 図示の例では、表面溝 7 2 x は上方から領域 X a に達するように形成される。

また、表面溝 7 2 x は、図 9 A に示すように、リフタピン 7 2 の先端が軸孔 6 8 a の内部に没した状態（成膜時のリフタピンの位置）で、リフタピン 7 2 の軸孔 6 8 a 内に配置される部分の上部から中央部にかけて形成されることが好ましい。また、図 9 B に示すように、リフタピン 7 2 が上昇したときに表面溝 7 2 x の上部が載置台 3 8 の上面から突出することが好ましい。第 6 実施形態ではリフタピン 7 2 に上軸部 7 2 A と下軸部 7 2 B が配設され、表面溝 7 2 x は上軸部 7 2 A の外周面に形成される。

図 9 C 及び図 9 D に示すように、各表面溝 7 2 x はリフタピン 7 2 の外周面上に開口する。表面溝 7 2 x は、リフタピン 7 2 と補助管 6 8 との間の空間の断面積を増大させる。このため、クリーニング工程において、クリーニングガスを処理容器の内部に供給することにより堆積物の除去を行う場合に、クリーニングガスの分圧をクリアランスの奥深くまで高めることができる。これにより、リフタピン 7 2 や補助管 6 8 の内面に付着した堆積物をより効率的に除去することが可能になる。

特に、リフタピン 7 2 の領域 X a には多くの堆積物が付着する。領域 X a における堆積物の除去は、従来の機構では困難となる。第 6 実施形態の場合、表面溝 7 2 x が領域 X a に向けて伸びている（より具体的には領域 X a に到達する）ので、当該領域 X a におけるクリーニングガスの分圧を高めることができる。これにより、堆積物を効率的に除去することができる。

例えば、反応ガス種として  $TiCl_4$  と  $NH_3$  を用いて  $TiN$  を成膜する場合、クリーニング工程に用いるクリーニングガスとしては  $ClF_3$  や  $NF_3$  などを用いることができる。このようなクリーニング工程は、処理容器内の堆積物がある程度多くなったときに行われる。クリーニング工程の後には、載置台上に基板を配置せずに反応ガス種を流すことにより成膜材料を処理容器内に或る程度堆積させるプレコート処理を実施することが好ましい。しかる後に、通常の成膜処理を実施することになる。

クリーニング工程では、図 9 B に示すように、表面溝 72 x の上部を載置台 38 の上方に突出させる。これにより、表面溝 72 x を通してクリーニングガスがリフタピン 72 と補助管 68 との間に拡散しやすくなるようにする。なお、このクリーニング工程の途中でリフタピン 72 の上下位置を変更してもよい。

リフタピンとガイド孔との間のクリアランスを大きく設定することにより、当該クリアランス内におけるクリーニングガスの分圧を高めることができる。このために、単にリフタピンの外径を小さくしたり、或いは、軸孔の内径を大きくしたりすることもある。しかし、この方法では、クリアランスが大きくなることによりリフタピンの傾斜角（倒れ角）も大きくなる。この場合、リフタピンの摺動抵抗が増大したり、リフタピンの動作不良が発生しやすくなったりする。

これに対して、第 6 実施形態では、リフタピン 72 に表面溝 72 x が形成されるだけで、クリーニングガスの分圧を高



めることができる。この場合、クリアランスをほとんど増大させることないため、リフトピンの傾斜角が大きくなることはない。

また、表面溝 72 x は、リフトピン 72 の上半部（より具体的には、最も堆積物が多くなると予想される領域 X a よりも上方位置）に配設される。このため、成膜時において載置台の下方から侵入する成膜ガスに起因するリフトピン 72 の上部や載置台 38 上に配置された基板の裏面への堆積物を増大させるおそれはほとんどない。つまり、表面溝 72 x の下端は、ガイド孔 49 の下端よりも上方に位置する。このため、ガイド孔 49 の下端から入り込む成膜ガスが、表面溝 72 x を通して軸孔の上部に導かれることはない。

第 6 実施形態の場合、表面溝 72 x の上端はリフトピン 72 の上端よりも或る程度下方に離れた位置に配置される。これにより、成膜時においてガイド孔 49 の下端から入り込んだガスがリフトピン 72 の上端まで届きにくくなる。このため、基板（ウエハ）の裏面上に付着する堆積物の量を低減することができる。

図 9 D に示すように、表面溝 72 x の開口幅 72 x w が増大すると、開口幅 72 x w の角度範囲にはリフトピン 72 の外周面が存在しなくなる。このため、リフトピン 72 の半径は僅かではあるが  $\Delta D$  だけ減少する。この半径減少量  $\Delta D$  は、開口幅 72 x w が増大するほど急激に大きくなる。即ち、開口幅 72 x w が或る程度大きくなると、表面溝 72 x の形成方向にクリアランスが増大し、リフトピン 72 の倒れ角が大

きくなる。その結果、リフタピン 7 2 の摺動抵抗の増大や動作不良の発生確率の増大を招くことになる。

従って、開口幅  $7\ 2\ x\ w$  はリフタピン 7 2 の動作不良を招くことのないように或る程度の範囲内に制限されることが望ましい。例えば、表面溝  $7\ 2\ x$  を設けない場合のクリアランスが  $CR$  であるとするれば、 $\Delta D$  がクリアランス  $CR$  の 10%、より好ましくは 5% となる開口幅の値よりも実際の開口幅  $7\ 2\ x\ w$  が小さいことが好ましい。このように開口幅  $7\ 2\ x\ w$  を或る程度限定しても、表面溝  $7\ 2\ x$  の数を増やしたり、或いは、表面溝  $7\ 2\ x$  の深さ  $7\ 2\ x\ d$  を大きくしたりすることにより、リフタピンの周囲にクリーニングガスを十分に拡散させるに足る断面積を有する空間を確保することができる。

表面溝  $7\ 2\ x$  の断面形状は、図 9 C 図示の例では正方形に近い長方形である。表面溝内へのクリーニングガスの拡散を促進するためには、表面溝  $7\ 2\ x$  の断面形状はなるべく正方形に近い形状であることが好ましい。例えば、表面溝 7 2 の開口幅  $7\ 2\ x\ w$  と深さ  $7\ 2\ x\ d$  の比は、好ましくは 0.5 ~ 2.0、より好ましくは 0.75 ~ 1.5 の範囲に設定される。

また、表面溝  $7\ 2\ x$  によりリフタピン 7 2 とガイド孔 4 9 との間の空間の断面積をどの程度増大させるかは、クリーニング工程の条件に応じて決定される。例えば、表面溝  $7\ 2\ x$  を設けない場合のクリアランス  $CR$  に対応する上記空間の断面積を  $CS$  とするとき、表面溝  $7\ 2\ x$  が配設されることによる上記空間の断面積の増分は、当該断面積  $CS$  の好ましくは

50%～200%、より好ましくは75%～150%程度に設定される。

表面溝72xによる断面積の増分が上記範囲を下回ると、表面溝72xを形成することによるクリーニング効果が十分に得られなくなる。逆に上記範囲を超えると、表面溝72xの開口幅72xwが増大してリフトピンの半径減少量 $\Delta D$ が大きくなる。上記後者の場合、表面溝72xの数を増大させるか若しくは表面溝72xの深さ72xdを増大させる必要が生じ、リフトピン72の加工が困難になる。

高カバレッジ特性を有する条件（例えば、処理容器の内圧が93.3～1333Pa）で成膜を行う場合には、リフトピン72における載置台やスリーブのより奥にある部分にまで堆積物が付着しやすくなる。この場合、リフトピン72の構成は、全体の付着物を奥にある部分までより均一に除去できるという点で有効である。また、低カバレッジ特性を有する条件（例えば、処理容器の内圧が20～80Pa）で成膜を行う場合には、上述のように載置台やスリーブの内部の特定領域に大量の堆積物が集中して付着する傾向がある。この場合、リフトピン72の構成は、当該領域に付着した大量の堆積物を効率的に除去できるという点で有効である。

#### [第7実施形態]

図10Aは、図1図示の半導体処理装置に適用可能な第7実施形態に係る基板昇降機構の一部を示す縦断側面図である。図10Bは、第7実施形態に係る機構のリフトピンを上昇させた状態を示す縦断側面図である。図10Cは、図10Aの

一部を拡大して示す図である。第 7 実施形態において、リフタピン 8 2 には、第 5 実施形態と同様に構成された環状凹部 8 2 d が形成される。環状凹部 8 2 d の上方に表面溝 8 2 x が形成される。

より具体的には、表面溝 8 2 x は上方から環状凹部 8 2 d に連通する。環状凹部 8 2 d は、上記と同様にリフタピン 8 2 の外周面のうち最も堆積物の付着量が多くなると予想される領域（第 6 実施形態の領域 X a と同じ領域）に形成される。即ち、環状凹部 8 2 d は、堆積物の付着によるリフタピン 8 2 の動作不良を防止する。環状凹部 8 2 d に表面溝 8 2 x が上方から連通するため、表面溝 8 2 x を通して拡散したクリーニングガスにより環状凹部 8 2 d 内に付着した堆積物をより効率的に（より短時間で）除去することができる。

なお、第 7 実施形態においても、表面溝 8 2 x の数、形状、大きさなどに関しては第 6 実施形態の表面溝 7 2 x と同様に構成することができる。

第 7 実施形態でもリフタピン 8 2 に上軸部 8 2 A と下軸部 8 2 B とが配設され、表面溝 8 2 x は上軸部 8 2 A の外周面に形成される。表面溝 8 2 x はリフタピン 8 2 の上端に達するように、或いは、上端近傍で上向きに開口するように形成される。これにより、リフタピン 8 2 の僅かなリフト量で表面溝 8 2 x の上部が載置台 3 8 から突き出ることができる。即ち、クリーニング工程において、リフタピン 8 2 上の付着物を効果的に除去することができる。

〔第 8 実施形態〕

図 1 1 A は、図 1 図示の半導体処理装置に適用可能な第 8 実施形態に係る基板昇降機構の一部を示す縦断側面図である。図 1 1 B は、第 7 実施形態に係る機構を、リフタピンを除いて示す縦断側面図である。第 8 実施形態は、図 1 1 B に示すように、リフタピンが挿通可能に構成された補助管 9 8 内の軸孔 9 8 a の上部内周面に表面溝 9 2 x が形成される点で、第 6 実施形態及び第 7 実施形態とは異なる。補助管 9 8 は、表面溝 9 2 x が形成される点以外は第 3 実施形態の補助管 6 8 と同様である。また、第 8 実施形態の機構は、補助管 9 8 以外の構成については第 3 実施形態と同様である。

表面溝 9 2 x は、軸孔 9 8 a の上部開口縁から下方に伸びる。表面溝 9 2 x の下端は、補助管 9 8 の下部開口縁に達することなく、軸孔 9 8 a の中間部分で終端する。即ち、表面溝 9 2 x は、軸孔 9 8 a の上端から中央部にかけて形成されることが好ましい。また、表面溝 9 2 x は、第 6 実施形態及び第 7 実施形態に記載された表面溝と同様に、複数配設されることが好ましい。特に複数の表面溝 9 2 x が軸線周りに等角度間隔で形成されることが望ましい。表面溝 9 2 x の開口幅、深さ、断面形状などについても第 6 実施形態に記載された表面溝 7 2 x と同様に構成できる。

表面溝 9 2 x が配設されることにより、クリーニング工程において軸孔 9 8 a の奥部までクリーニングガスを拡散させ、その分圧を高めることができる。これにより、図 1 1 A に示すリフタピン 5 2 に付着した堆積物を効率的に除去することができる。特に、リフタピン 5 2 の上下位置如何に拘らず、

リフタピンの周囲にクリーニングガスをより高い分圧となるように拡散させることができる。このため、効率的に堆積物を除去することができる。

なお、表面溝 9 2 x は、補助管 9 8 に限らず、第 2 実施形態に適用する場合には載置台の貫通孔に直接設けることができる。また、他の任意の載置台においてリフタピンを挿通する任意のガイド孔に設けることもできる。

第 8 実施形態において、第 7 実施形態と同様の環状凹部をリフタピンに形成してもよい。このとき、この環状凹部と表面溝の位置関係及び連通構造は、成膜時におけるリフタピンの位置において、即ちリフタピンの先端が軸孔に没した状態で、第 7 実施形態と同様に構成されることが好ましい。また、環状凹部を軸孔の内周面に形成してもよい。この場合でも環状凹部と表面溝の位置関係及び連通構造は第 7 実施形態と同様に構成されることが好ましい。

なお、上述の実施形態において、半導体処理装置 2 0 は、半導体ウエハなどの被処理基板上に T i N 薄膜を成膜する成膜処理装置として構成される。但し、本発明は、種々の処理装置において処理ガスの回り込みに起因する種々の不具合を回避するものとして効果を有する。即ち、本発明は、T i N 以外の種々の薄膜を成膜する成膜処理装置や、成膜処理装置以外の各種の半導体処理装置に適用することができる。例えば、リフタピンとガイド孔との間の摺動面の腐食や、ガイド孔の上部開口に臨む被処理基板の部位の侵食などを防止する上でエッチング処理装置、表面改質用処理装置などにおいて

も有効である。また、被処理基板としては、半導体ウエハ以外にLCDやFPD用の基板等であってもよい。

#### 産業上の利用可能性

本発明によれば、被処理基板に対して半導体処理を施す装置において、リフトピンとガイド孔の間へのガスの回り込みによる堆積物の付着などの不具合を軽減することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 被処理基板に対して半導体処理を施す装置であって、  
前記被処理基板を収容する処理容器と、  
前記処理容器内に処理ガスを供給するための給気系と、  
前記処理容器内に配設された載置台と、前記載置台は、前記被処理基板を載置する上面と前記処理容器内に露出する下面とを有することと、  
前記載置台の前記上面に対する前記被処理基板の受け渡しを補助するための昇降機構と、  
を具備し、前記昇降機構は、  
前記被処理基板を支持するリフタピンと、  
前記リフタピンを昇降させる駆動部と、  
前記リフタピンの昇降動作を案内するガイド孔と、前記ガイド孔は、前記載置台を貫通して前記上面から前記下面に延びる主孔部分と、前記主孔部分に対応して前記載置台の前記下面から下方へ突出する延長スリーブ内に延びる延長孔部分とを具備することと、  
を具備する。
2. 請求の範囲 1 に記載の装置において、  
前記ガイド孔の前記延長孔部分の長さは、前記ガイド孔の前記主孔部分の長さの半分よりも大きい。
3. 請求の範囲 1 に記載の装置において、  
前記延長孔部分が補助管内に形成されるように、前記載置台の前記下面に前記補助管の上端が取り付けられ、前記補助管が全体として前記延長スリーブを形成する。



4. 請求の範囲 1 に記載の装置において、

前記主孔部分及び前記延長孔部分が 1 つの補助管内に形成されるように、前記載置台を上下に貫通する貫通孔内に前記補助管が挿入され、前記載置台の前記下面から下方へ突出する前記補助管の部分が前記延長スリーブを形成する。

5. 請求の範囲 4 に記載の装置において、

前記補助管の上端部に配設され且つ前記載置台と係合するフランジと、前記載置台の前記下面に当接すると共に前記補助管の外面に係合する固定部材とを更に具備し、前記フランジと前記固定部材との協働により、前記補助管が前記載置台に対して固定される。

6. 請求の範囲 1 に記載の装置において、

前記駆動部は前記リフタピンを第 1 及び第 2 状態間で昇降し、前記第 1 状態において、前記リフタピンは、前記被処理基板の受け渡しを補助するために前記載置台の前記上面上に突出し、前記第 2 状態において、前記リフタピンは、前記半導体処理を行うために前記載置台の前記上面下に退避することと、

前記第 2 状態において、前記リフタピンが前記ガイド孔の内面と接触する下側接触点は、前記延長スリーブの下端部よりも上に位置することと、  
を具備する。

7. 請求の範囲 6 に記載の装置において、

前記リフタピンは、上軸部と前記上軸部より小径の下軸部とを有し、前記上軸部の下端部が前記下側接触点を形成する。

８．請求の範囲１に記載の装置において、

前記下軸部は、下方に向けて漸次縮径するテーパ形状を有する。

９．請求の範囲１に記載の装置において、

前記ガイド孔の前記延長孔部分の内面は下方に向けて漸次拡径する。

１０．請求の範囲１に記載の装置において、

前記駆動部は前記リフタピンを第１及び第２状態間で昇降し、前記第１状態において、前記リフタピンは、前記被処理基板の受け渡しを補助するために前記載置台の前記上面上に突出し、前記第２状態において、前記リフタピンは、前記半導体処理を行うために前記載置台の前記上面下に退避することと、

前記リフタピンの外面に環状凹部が形成され、前記リフタピンの前記第２状態において、前記環状凹部は、前記延長スリーブの下端部よりも上に位置することと、  
を具備する。

１１．請求の範囲１に記載の装置において、

前記駆動部は前記リフタピンを第１及び第２状態間で昇降し、前記第１状態において、前記リフタピンは、前記被処理基板の受け渡しを補助するために前記載置台の前記上面上に突出し、前記第２状態において、前記リフタピンは、前記半導体処理を行うために前記載置台の前記上面下に退避することと、

前記リフタピンの外面に長手方向溝部が形成され、前記リ

フタピンの前記第 2 状態において、前記長手方向溝部は、前記延長スリーブの下端部よりも上に位置することと、  
を具備する。

1 2 . 請求の範囲 4 に記載の装置において、

前記補助管の内面に長手方向溝部が形成される。

1 3 . 請求の範囲 1 に記載の装置において、

前記リフタピンの下端部は、前記駆動部の駆動面に対して  
離間可能に当接する。

1 4 . 請求の範囲 1 に記載の装置において、

前記載置台を支持する支柱を更に具備し、前記載置台は前  
記支柱を介して前記処理容器に支持される。

1 5 . 請求の範囲 1 4 に記載の装置において、

前記処理容器は、前記載置台の前記下面の下方に、前記載  
置台よりも平面輪郭が小さく且つ前記支柱を包囲するように  
形成された排気側空間を具備し、前記排気空間に前記処理容  
器内を真空排気するための排気系が接続される。

1 / 7

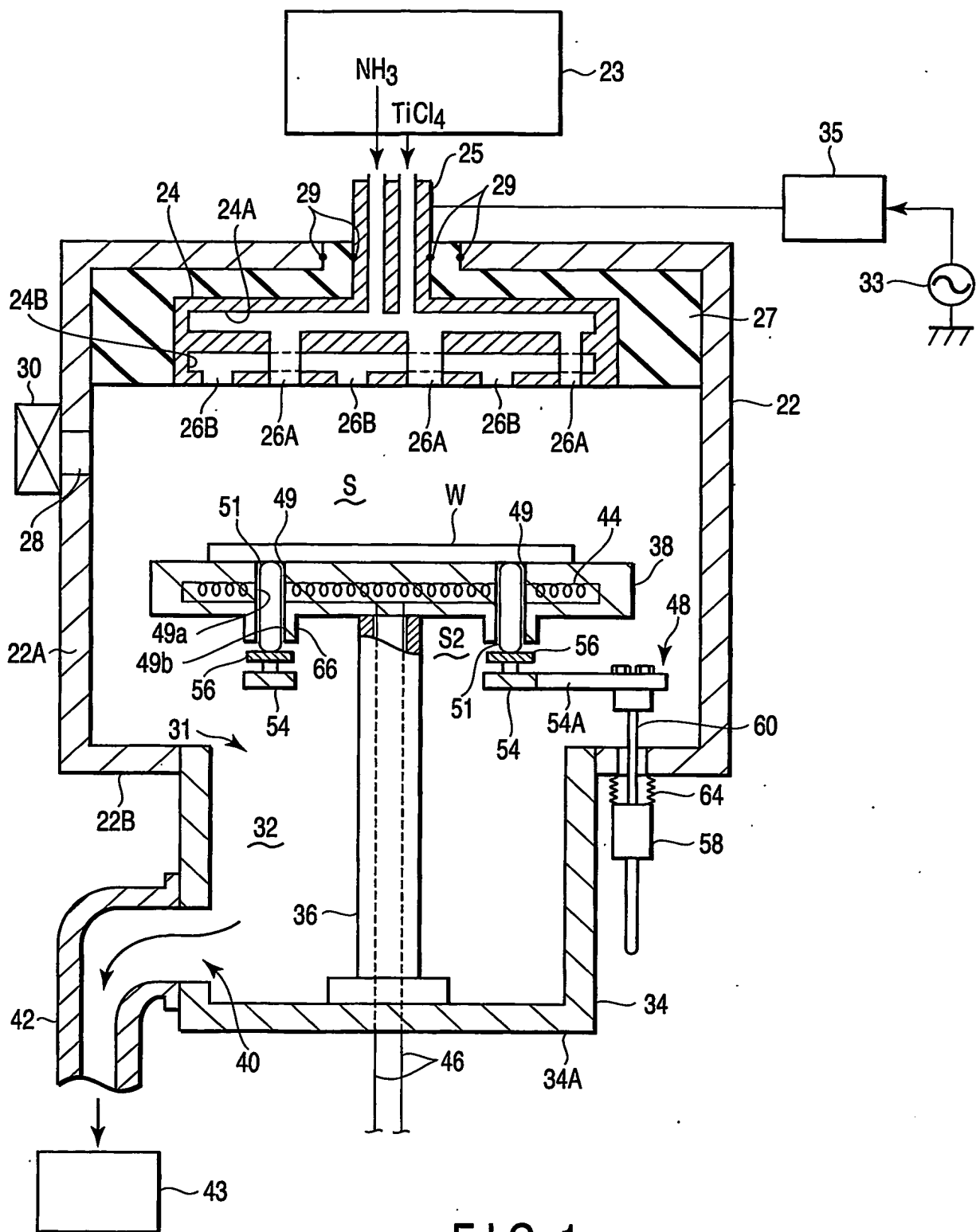


FIG. 1

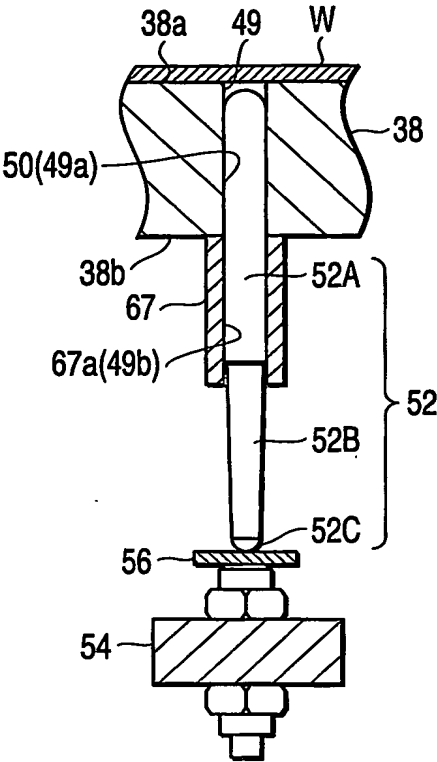


FIG. 2

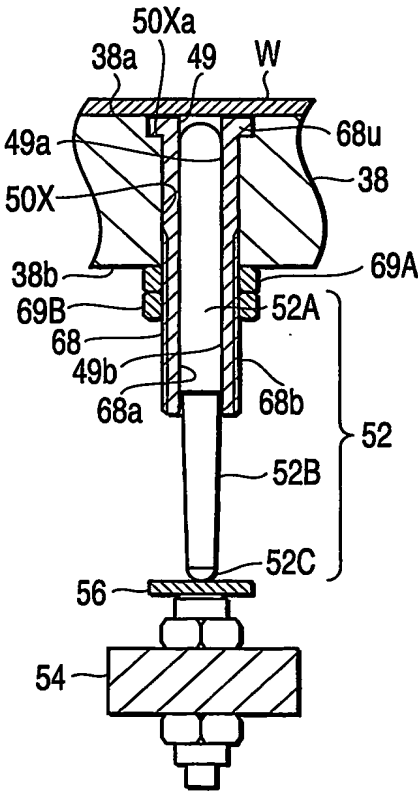


FIG. 3

3/7

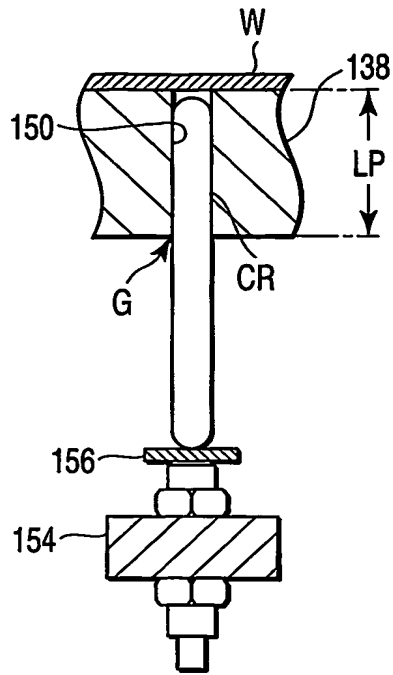


FIG. 4A

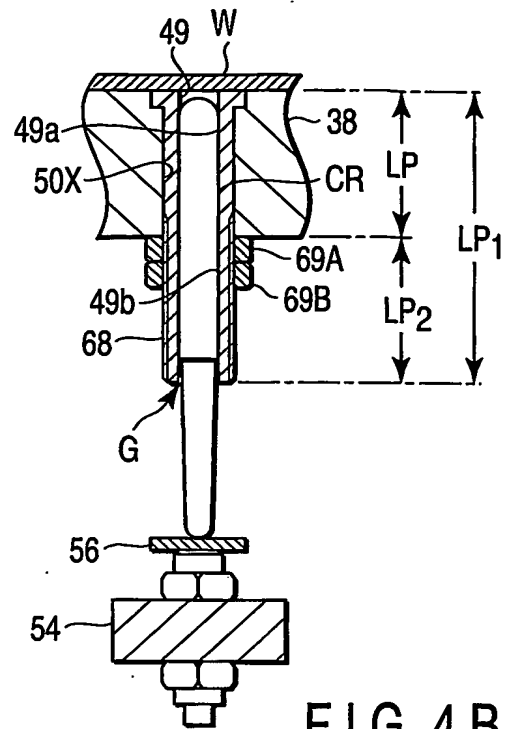


FIG. 4B

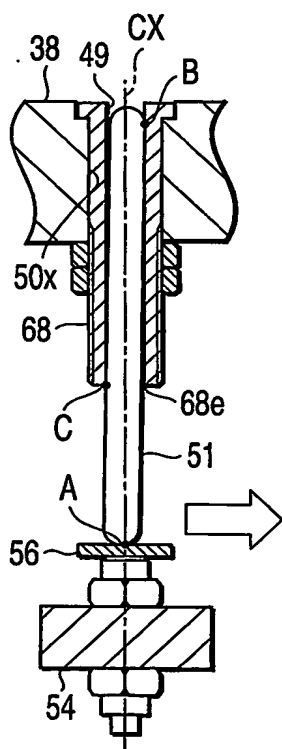


FIG. 5A

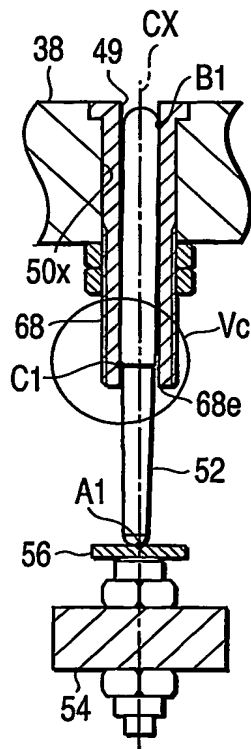


FIG. 5B

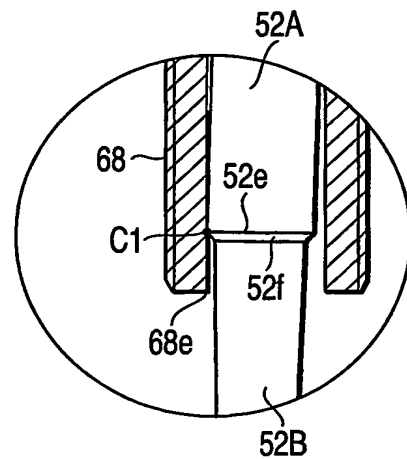


FIG. 5C

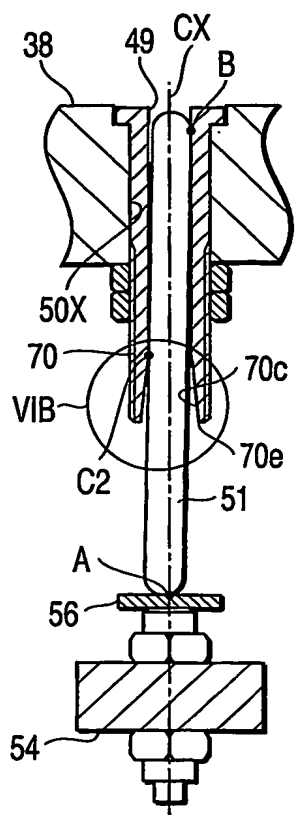


FIG. 6A

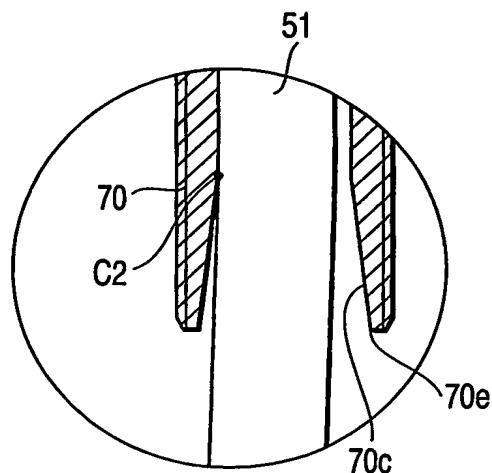


FIG. 6B

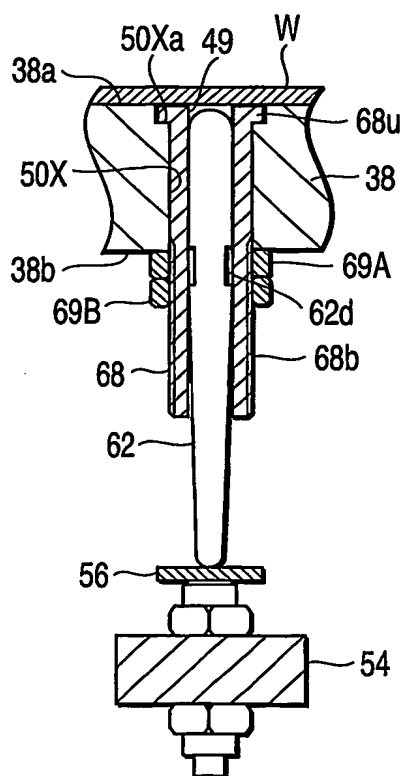


FIG. 7

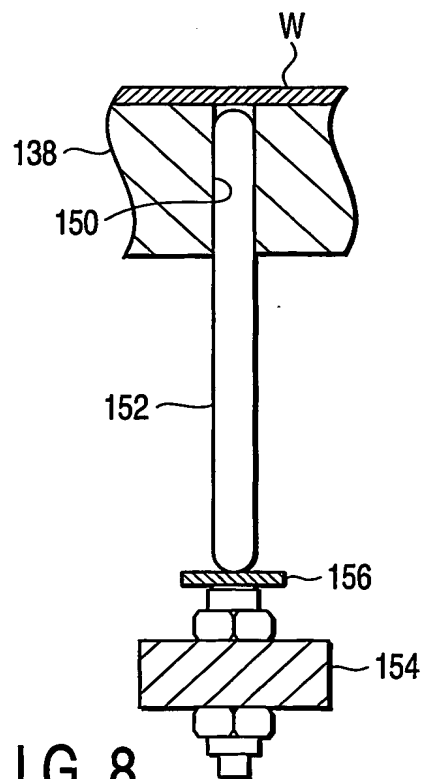
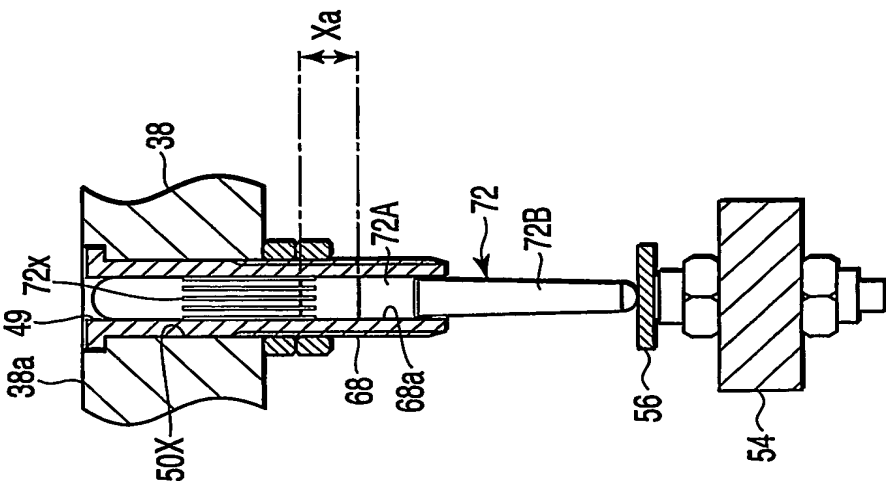
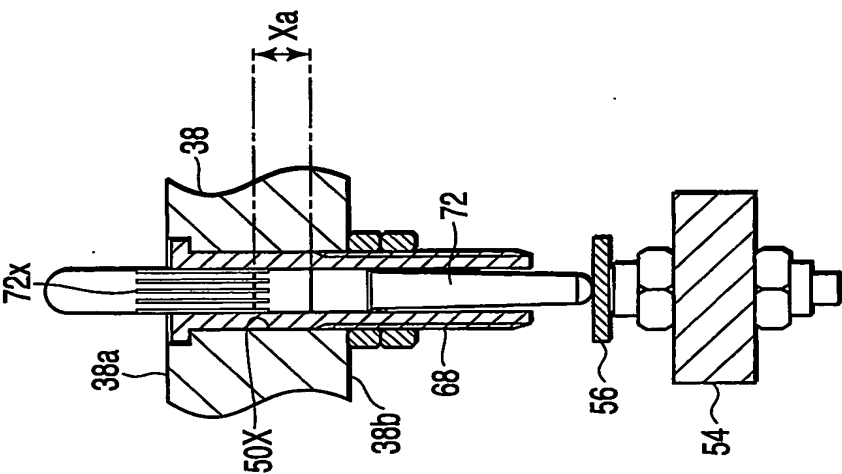
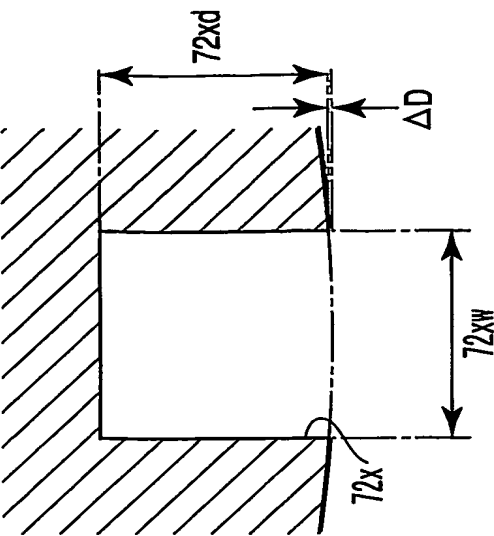
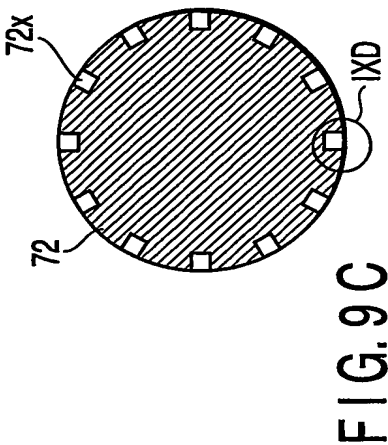


FIG. 8

5/7





6/7

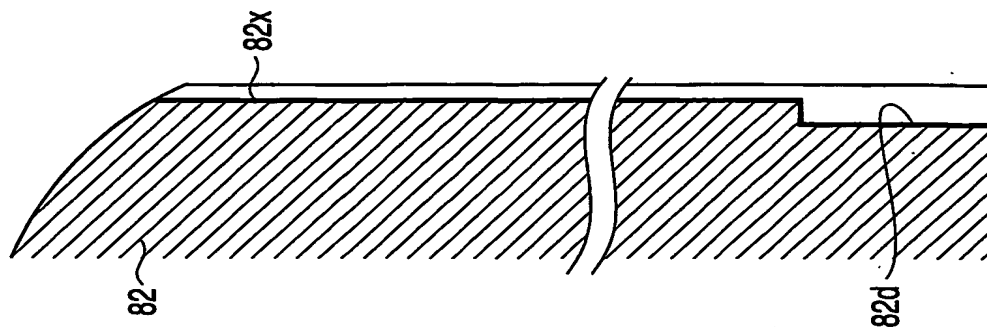


FIG. 10C

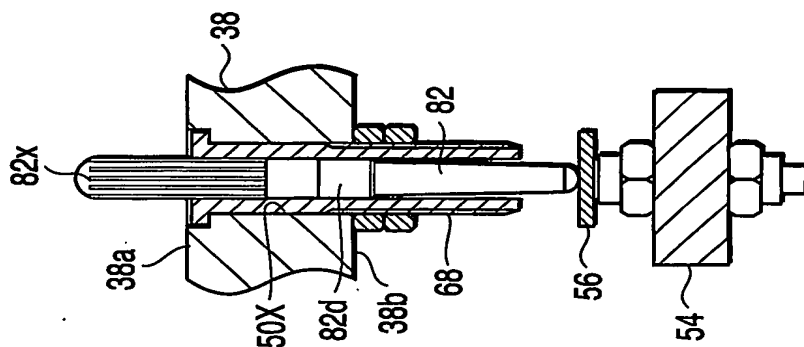


FIG. 10B

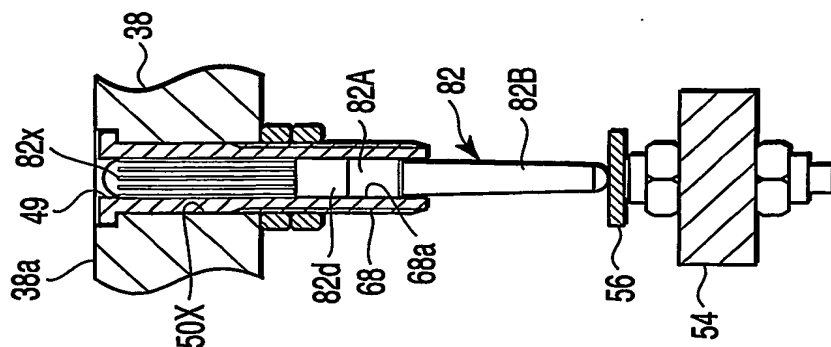


FIG. 10A

7/7

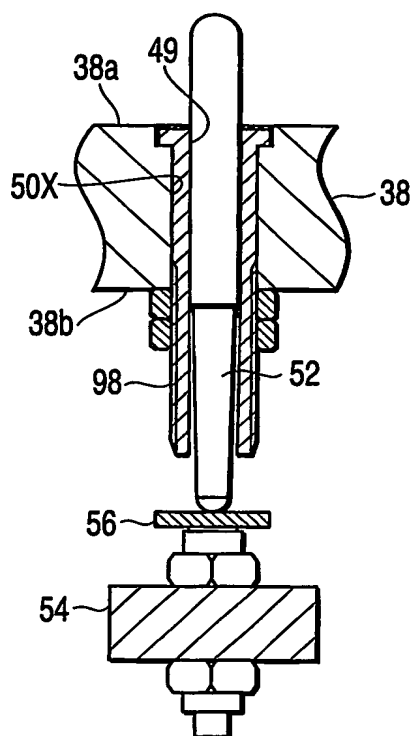


FIG. 11A

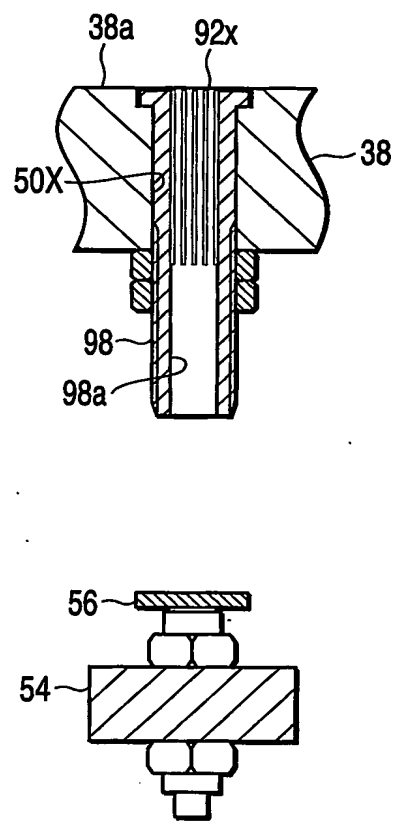


FIG. 11B

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005632

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/68

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/68

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 10-102259 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 21 April, 1998 (21.04.98), Par. Nos. [0001], [0010] to [0015]; Fig. 1 (Family: none)	1-5 13-15 11,12
Y	JP 2001-210597 A (Hitachi Kokusai Electric Inc.), 03 August, 2001 (03.08.01), Par. Nos. [0002] to [0006]; Fig. 9 (Family: none)	13
Y	JP 11-16858 A (Tokyo Electron Ltd.), 22 January, 1999 (22.01.99), Par. No. [0013]; Fig. 1 & US 5954887 A Column 3, line 55 to column 4, line 5; Fig. 1	14,15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
04 June, 2004 (04.06.04)

Date of mailing of the international search report  
22 June, 2004 (22.06.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005632

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,A	JP 2003-124297 A (Applied Materials, Inc.), 25 April, 2003 (25.04.03), Full text; all drawings (Family: none)	6-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/68

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/68

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 10-102259 A (松下電器産業株式会社) 1998. 04. 21, 段落【0001】,	1-5
Y	段落【0010】-【0015】, 第1図 (ファミリーなし)	13-15
A		11, 12
Y	JP 2001-210597 A (株式会社日立国際電気) 2001. 08. 03, 段落【0002】-【0006】, 第9 図 (ファミリーなし)	13

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04. 06. 2004

国際調査報告の発送日

22. 6. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中島 昭浩

3S

9147

電話番号 03-3581-1101 内線 3390

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-16858 A (東京エレクトロン株式会社) 1999. 01. 22, 段落【0013】, 第1図&US 595 4887 A, 第3欄第55行-第4欄第5行, 第1図	14, 15
PA	JP 2003-124297 A (アブライド マテリアルズ インコーポレイテッド) 2003. 04. 25, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	6-10